

Distribuições de probabilidade das flutuações de velocidade e concentração nos processos de dispersão de poluentes

Adrián R. Wittwer¹, Guilherme S. Welter², Acir M. Loredou-Souza³, Edith B. C. Schettini³, Gervásio A. Degrazia²

¹*Facultad de Ingeniería, UNNE, Argentina*

²*Universidade Federal de Santa Maria/CRS/INPE, Brasil*

³*Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Brasil*

e-mail: a_wittwer@yahoo.es

Resumo

Testes na atmosfera e num túnel de camada limite foram realizados para avaliar o comportamento probabilístico das flutuações de velocidade e concentração associadas a um processo de dispersão. Distribuições próximas à Gaussiana foram obtidas na análise das velocidades. Para as flutuações de concentração, diferentes comportamentos podem ser determinados, conforme a região do campo das concentrações analisada.

Introdução

Os níveis de concentração nas proximidades de fontes de emissão são objeto de pesquisa a partir das exigências com relação à poluição ambiental. Estudos realizados nos anos 70, assinalam a importância da avaliação das flutuações de concentração, desde que o campo de concentração média fornece escassa informação com relação aos picos de concentração associados à alta toxicidade em períodos de curta duração. O trabalho de Deardorff & Willis (1984), utilizando um tanque de água para a simulação de processos de dispersão na camada limite convectiva, permitiu a avaliação das concentrações flutuantes nas proximidades da emissão. Cheung & Melbourne (2000) indicam que a função de densidade de probabilidade para processos de dispersão pode tomar as formas exponencial, Gaussiana, log-normal ou normal truncada, conforme a região do campo das concentrações que é analisada. Neste trabalho, são apresentados resultados de medições de flutuações de velocidade obtidos diretamente na atmosfera e em uma simulação do escoamento de

camada limite em túnel de vento. Uma análise das flutuações de concentração, produto do processo de dispersão no campo próximo a uma fonte de emissão pontual, com um modelo em túnel de vento também é apresentada. As distribuições de probabilidade das flutuações e os diferentes comportamentos conforme o processo e o ponto de medição são analisados.

Metodologia de trabalho e descrição dos experimentos

Uma série temporal de uma hora, representativa de vento forte estacionário, foi coletada numa torre meteorológica situada no município de Paraíso do Sul, RS, usando um anemômetro sônico. A altura de medição é 10 m e foi utilizada uma taxa de amostragem de 16 Hz. O terreno na zona de medição pode ser considerado plano e homogêneo.

Os experimentos de laboratório foram desenvolvidos no túnel de vento “*Prof. Joaquim Blessmann*” da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Foi obtido um registro das flutuações de velocidade com anemômetro de fio quente, a partir da simulação da camada limite para um terreno suburbano com escala 1:300. A frequência de aquisição foi 300 Hz e a duração da mostra de 105 segundos, com uma velocidade média de vento de 15 m/s a uma altura de 0.17 m.

A seguir, foram realizadas as medições das concentrações do processo de dispersão modelado no túnel de vento. O modelo da fonte de emissão tem uma altura de 250 mm e 20 mm de diâmetro, tendo sido emitido hélio para a obtenção dos parâmetros descritos no estudo de Wittwer et al. (2007). As mostras de 60 segundos de duração com uma frequência de aquisição de 1024 Hz. foram obtidas com o anemômetro de fio quente e uma sonda aspirante.

Resultados

A partir das medições descritas no parágrafo anterior, foram obtidas as distribuições de probabilidade das flutuações de velocidade e concentração. A Figura 1 mostra a distribuição de probabilidade da flutuação de velocidade u normalizada com o desvio padrão u' . No gráfico à esquerda são apresentados os valores que correspondem ao registro na atmosfera, que mostram uma grande semelhança com os valores obtidos em túnel de vento indicados no gráfico à direita. É possível observar um comportamento próximo ao Gaussiano como fora obtido em outros trabalhos.

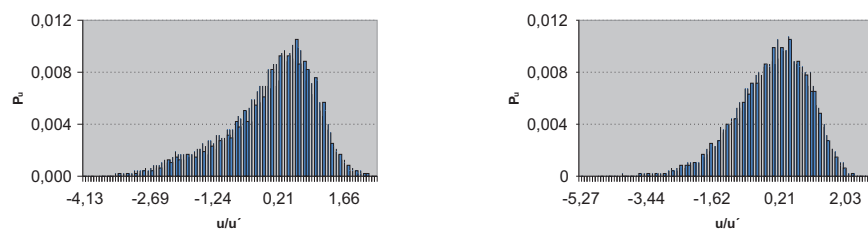


Figura 1. Distribuições de probabilidade das flutuações de velocidade na atmosfera e no túnel de camada limite.

A Figura 2 mostra as distribuições de probabilidade da flutuação de concentração $(C-C_m)$ normalizada com o desvio padrão da flutuação c' na região próxima à emissão $x/H = 0.66$, sendo x a distância a sotavento da emissão e H a altura de fonte. As distribuições aparecem mostrando comportamentos diferentes, de tipo normal truncado no centro da pluma ($z/H = 1.16$) e log-normal no extremo inferior da pluma ($z/H = 0.94$). Conforme os resultados de Fackrell & Robins, a distribuição no extremo superior ($z/H = 1.34$) pode ser descrita como quase-exponencial. Na Figura 3 são indicados os resultados na zona mais afastada da emissão com $x/H = 3.80$. Nas três alturas avaliadas ($z/H = 1.96$, 1.60 e 1.24), o comportamento aproxima-se ao normal, ainda que com uma distribuição bem mais discreta que nos casos anteriores.

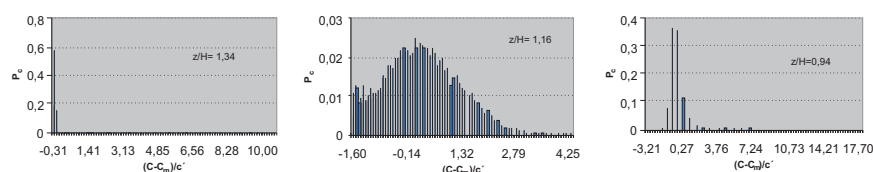


Figura 2. Distribuições de probabilidade das flutuações de concentração nas proximidades da emissão.

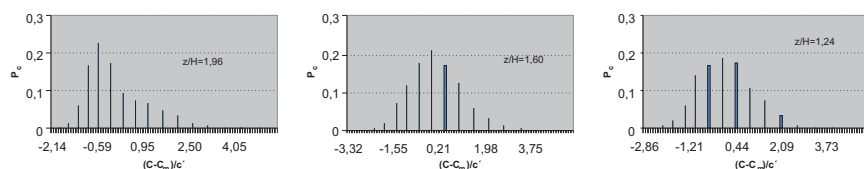


Figura 3. Distribuições de probabilidade das flutuações de concentração na região mais afastada da emissão.

Considerações finais

O trabalho tem a finalidade de avaliar o comportamento probabilístico das flutuações de velocidade e concentração associadas a um processo de dispersão atmosférica em condição de estabilidade neutra, a partir de medições em túnel de vento. A análise realizada permite corroborar o comportamento próximo ao Gaussiano das flutuações de velocidade na atmosfera e no túnel de vento. Na avaliação das flutuações de concentração na pluma de dispersão, é possível perceber diferentes comportamentos conforme a região e que podem ser associados a distribuições exponencial, normal, log-normal e normal truncada. Com relação à intermitência do processo de dispersão, ainda que uma distribuição de probabilidade mais discreta possa indicar um comportamento mais intermitente, o grau de intermitência deveria ser analisado utilizando ferramentas adicionais a esta simples representação probabilística.

Referências

- Cheung, J. C. K., Melbourne, W. H., "Probability distribution of dispersion from a model plume in turbulent wind", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 87, 271-285, 2000.
- Deardorff, J., Willis, G., "Groundlevel concentration fluctuations from buoyant and non-buoyant source within a laboratory convectively mixed layer", *Atmos. Env.*, 18, 1297-1309, 1984.
- Wittwer, A. R., De Paoli, F., Loredou-Souza, A. M., Camaño S., E. B., "Estudo em túnel de vento do campo de concentrações próximo a uma fonte de emissão", *Ciência & Natura*, V. Esp., 433-436, 2005.